

PCT/EP2004/009380

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP04/09380 09.10.2004



REC'D 27 OCT 2004
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 41 907.1
Anmeldetag: 11. September 2003
Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart/DE
Bezeichnung: Verfahren zum Energiemanagement
IPC: B 60 R 16/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Deutsche

DaimlerChrysler AG

Gmeiner

09.09.2003

Verfahren zum Energiemanagement

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Energiemanagement nach Patentanspruch 1.

Aufgrund des zunehmenden Bedarfs an elektrischer Energie im Fahrzeug, beispielsweise durch die Drive-by-Wire-Technik so-
10 wie daraus resultierenden großen Schwankungen im zeitlichen Verlauf des Energieverbrauchs wird ein Verfahren zum Energie- management immer wichtiger. Vor allem muss bei einem derartigen Verfahren beachtet werden, dass die Fähigkeit des Systems jederzeit ausreichend elektrische Energie liefern zu können,
15 in hohem Maße sicherheitsrelevant ist.

Aus der DE 199 60 079 A1 ist beispielsweise ein Verfahren zur Ein- bzw. Abschaltung von verschiedenen Klassen von Verbrauchern mittels Schaltelementen im Rahmen eines von einem Steu-
20 ergerät durchgeführten Energiemanagements, insbesondere in einem Kraftfahrzeug bekannt. Die Ansteuerung der Schaltelemente erfolgt so, dass die gewählten Prioritäten für die Ansteuerung der Schaltelemente während des Betriebes, also dy-
namisch verändert werden können. Damit ist eine betriebzu-
25 standsabhängige Anpassung der Schaltprioritäten während des laufenden Betriebs möglich. Die Abschaltung von Verbrauchern erfolgt mittels Veränderung der Schaltpriorität so, dass die Wahrnehmbarkeit der Betriebszustände möglichst unterdrückt wird. Dabei können die Prioritäten auch nach personenspezi-
30 schen Kriterien verändert werden.

Bei diesem und anderen bisher bekannten Verfahren zum Ener- giemanagement besteht das Problem, dass sie unter anderem nicht ausreichend sind, da bei Bordnetzen mit einem oder zwei

Stromkreisen jeweils ein ganzer Stromkreis abgeschaltet wird, oder sie von der Logik her sehr komplex und im Nachhinein nur schwer zu erweitern sind. Bei solchen Verfahren werden Verbraucher häufig nach einer statisch oder dynamisch festgelegten Priorität geschaltet. Dies berücksichtigt zwar sehr gut den Aspekt der Betriebssicherheit, der Komfort bzw. die Akzeptanz des Fahrers sind jedoch nur indirekt berücksichtigt. Für den Fahrer ist nämlich primär die Zeit zwischen Schaltbefehl und -ausführung von Bedeutung. Zudem erfolgt bei dem vorstehend beschriebenen Verfahren ein Energiemanagement nur reaktiv, d.h. Verbraucher werden erst abgeschaltet, nachdem ein Energiemangel aufgetreten ist. Verbraucher wie z.B. elektrische Motoren sind in diesem Fall bereits angelaufen und haben durch den geflossenen Einschaltstrom die Batterie belastet. Es ist nicht möglich, Bordnetzkomponenten prädiktiv anzusteuern.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein gatungsgemäßes Verfahren zum Energiemanagement derart weiterzubilden, dass eine prädiktive Ansteuerung von Bordnetzkomponenten möglich ist, so dass eine Belastung der Batterie durch direkt wieder abzuschaltende Verbraucher vermieden wird. Außerdem soll die Zeitspanne, die zwischen Schaltbefehl und -ausführung verstreicht bzw. maximal verstreichen darf bei der (Zu) Schaltreihenfolge direkt berücksichtigt werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Energiemanagement mit den Merkmalen nach Patentanspruch 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Insbesondere ist durch das erfindungsgemäße Verfahren zum Energiemanagement eine prädiktive Steuerung von Bordnetzkomponenten möglich. Dazu wird ständig berechnet, wie viel Energie im folgenden Zeitintervall Δt zur Verfügung steht. Aus den Wünschen zur Zuschaltung von Verbrauchern wird ermittelt, wie viel Energie im folgenden Zeitintervall benötigt wird. Wird mehr Energie als vorhanden benötigt, so werden Wünsche zur Zuschaltung zeitverzögert umgesetzt bzw. es werden bestimmte Verbraucher abgeschaltet. Durch die prädiktive Arbeitsweise können starke Schwankungen des Stromverbrauchs im Bordnetz

reduziert werden. Dies ist unter anderem möglich, da Stromverbrauchsspitzen, die durch den sehr hohen Einschaltstrom von elektrischen Stellmotoren und Magnetventilen entstehen, zeitlich besser verteilt werden.

5

Diese und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung, die nachfolgend in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben werden, offensichtlich.

10

Dabei zeigen:

15

Figur 1 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Energiemanagement,

Figuren 2-1 bis 2-3 ein Ablaufdiagramm einer in Figur 1 gezeigten Unterroutine des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Energiemanagement und

20

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm einer weiteren in Figur 1 gezeigten Unterroutine des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Energiemanagement.

25

Im Folgenden wird nun zunächst ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Energiemanagement unter Bezugnahme auf Fig. 1 genauer beschrieben.

30

Fig. 1 ist ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Energiemanagement.

35

Im Gegensatz zu bisherigen Energiemanagementsystemen, bei denen ein Eingriff erst nach Feststellung einer Energiemangels durch Abschalten von Verbrauchers erfolgt, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Energiemanagement eine prädiktive Steuerung von Bordnetzkomponenten verwirklicht. Dazu wird ständig in Schritt S1 der Zustand von Generator und einem oder mehreren Energiespeichern ermittelt. In Schritt S2 wird aus diesen Zustandsdaten bestimmt, ob der Generator läuft oder nicht. Wenn in Schritt S2 erkannt wird, dass der Generator nicht läuft, d.h. ausgefallen ist, wird zu Schritt

40

S3 fortgeschritten, in dem ein Notbetrieb ausgeführt wird. Die diesen Notbetrieb durchführende Unterroutine wird im Folgenden unter Bezugnahme auf Figur 3 noch genauer beschrieben.

Wenn hingegen in Schritt S2 erkannt wird, dass der Generator läuft, schreitet der Ablauf im Normalbetrieb fort zu Schritt S4 in dem anhand der in Schritt S1 ermittelten Zustandsdaten von Generator und Energiespeicher/n berechnet wird, wie viel Energie im folgenden Zeitintervall Δt zur Verfügung steht.

- 10 Anschließend werden in Schritt S5 Zuschaltwünsche von Verbrauchern empfangen, die für das folgende Zeitintervall Δt eine Zuschaltung wünschen. Im folgenden Schritt S6 wird eine aufgrund von den in Schritt S5 empfangenen Zuschaltwünschen von Verbrauchern im folgenden Zeitintervall Δt benötigte Energie ermittelt. Darauffolgend wird in Schritt S7 überprüft, ob die in Schritt S6 ermittelte aufgrund aller Zuschaltwünsche erforderliche Energie über der in Schritt S4 bestimmten zur Verfügung stehenden Energie liegt. Wenn dies nicht der Fall ist, d.h. in Schritt S7 ermittelt wird, dass die zur Verfügung stehende Energie für die Erfüllung aller Zuschaltwünsche ausreichend ist, so werden in Schritt S8 alle eine Zuschaltung wünschenden Verbraucher im folgenden Zeitintervall Δt zugeschaltet. Danach kehrt der Ablauf zum Beginn zurück. Wenn jedoch in Schritt S7 festgestellt wird, dass die zur Erfüllung aller Zuschaltwünsche von Verbrauchern erforderliche Energie mehr als die zur Verfügung stehende Energie ist, so wird in Schritt S9 eine Unterroutine durchgeführt, durch die eine Auswahl von im folgenden Zeitintervall zuzuschaltenden Verbrauchern erfolgt und anschließend zum Start zurückgekehrt wird. In dieser Unterroutine in Schritt S9 werden Wünsche zur Zuschaltung zeitverzögert umgesetzt bzw. es werden bestimmte Verbraucher abgeschaltet. Durch die prädiktive Arbeitsweise können starke Schwankungen des Stromverbrauchs im Bordnetz reduziert werden. Dies ist möglich, da Stromverbrauchsspitzen, die durch den sehr hohen Einschaltstrom von elektrischen Stellmotoren und Magnetventilen entstehen, zeitlich besser verteilt werden.
- 35
- 40 Nachfolgend wird nun auf die Unterroutine gemäß Schritt S9 unter Bezugnahme auf die Figuren 2-1 bis 2-3 genauer einge-

gangen, durch die eine Auswahl von im folgenden Zeitintervall Δt zuzuschaltenden Verbrauchern erfolgt.

Prinzipiell werden die Verbraucher in mehrere Klassen eingeteilt. Klasse I umfasst nicht-schaltbare Verbraucher, z.B. die Motorsteuerung. Die Verbraucher der Klasse I werden auf jeden Fall sofort mit Energie versorgt. Verbraucher der Klasse II umfassen bedingt-schaltbare Verbraucher, d.h. schaltbare Verbraucher, die eine Sicherheitsrelevanz aufweisen.

Schließlich sind Verbraucher der Klassen III bis N schaltbare Verbraucher, die keine Sicherheitsrelevanz haben und auf mehrere Klassen verteilt werden. Das Einteilungskriterium in die Klassen III bis N ist der Komfortverlust für den Fahrer bei Ausfall. Geschaltet werden beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Energiemanagement Verbraucher, die den Klassen II bis N zugehören. Die Einteilung der Verbraucher in Klassen kann dynamisch während des Fahrbetriebs erfolgen, z.B. abhängig von äußeren Faktoren.

Zunächst wird in der Unterroutine zur Auswahl von im folgenden Zeitintervall Δt zuzuschaltenden Verbrauchern gemäß Schritt S9 in Figur 1, wie in Figur 2-1 gezeigt, zunächst in Schritt S9-0 eine Mindesteinschaltzeit von eingeschalteten preemptiven Verbrauchern um ein Zeitintervall Δt verringert.

Anschließend wird in Schritt S9-1 eine Abfrage durchgeführt, ob Verbraucher der Klasse I vorhanden sind, die eine Zuschaltung für das folgende Zeitintervall Δt wünschen. Da es sich bei den Verbrauchern der Klasse I um nicht-schaltbare Verbraucher mit Sicherheitsrelevanz handelt, wird dann in Schritt S9-2 überprüft, ob die in Schritt S4 ermittelte zur Verfügung stehende Energie ausreichend für die Zuschaltung aller eine Zuschaltung im folgenden Zeitintervall Δt wünschenden Verbraucher der Klasse I ist. Wenn in Schritt S9-2 bestimmt wird, dass die Energie für alle eine Zuschaltung wünschenden Verbraucher der Klasse I ausreichend ist, erfolgt anschließend in Schritt S9-5 eine Zuschaltung des bzw. der eine Zuschaltung wünschenden Verbraucher/s der Klasse I im folgenden Zeitintervall Δt . Wenn jedoch in Schritt S9-2 bestimmt wird, dass die in Schritt S4 ermittelte zur Verfügung stehende Energie nicht ausreichend für die Zuschaltung aller eine Zuschaltung im folgenden Zeitintervall wünschenden

Verbraucher der Klasse I ist, werden in Schritt S9-3 je nach der Menge der fehlenden Energie für eine Zuschaltung einer oder mehrere preemptive Verbraucher im folgenden Zeitintervall Δt abgeschaltet.

5 "Preemptive" Verbraucher sind dabei Verbraucher, die in bereits eingeschaltetem Zustand abgeschaltet werden können. In Schritt S9-4 wird die Toleranzzeit T_L des/der abgeschalteten preemptiven Verbraucher im folgenden Zeitintervall Δt auf den 10 Wert für ihre maximale Toleranzzeit $T_{L,max}$ gesetzt. So werden sie im Energiemanagement berücksichtigt wie ein "nicht-preemptiver" Verbraucher, der auf seine Zuschaltung wartet. Ein Beispiel für einen preemptiven Verbraucher ist die Sitzheizung. Wenn sie eingeschaltet ist, kann sie jederzeit abgeschaltet werden und muss dann innerhalb ihrer maximalen Toleranzzeit $T_{L,max}$ wieder zugeschaltet werden.

15

20 Anschließend erfolgt in Schritt S9-5 eine Zuschaltung des/der eine Zuschaltung wünschenden Verbraucher/s der Klasse I im folgenden Zeitintervall Δt .

25 In einem nächsten Schritt S9-6 wird überprüft, ob nach dem Zuschalten der Verbraucher der Klasse I noch Energie übrig ist. Wenn dies der Fall ist, wird in Schritt S9-7 überprüft, ob eine Zuschaltung im folgenden Zeitintervall Δt wünschende Verbraucher der Klassen II bis N vorhanden sind. Wenn dies 30 der Fall ist, wird in Schritt S9-8 eine Toleranzzeit T_L jedes einen Zuschaltung im folgenden Zeitintervall Δt wünschenden Verbrauchers auf eine maximale Toleranzzeit $T_{L,max}$ gesetzt, die für jeden Verbraucher unterschiedlich sein kann. Die maximale Toleranzzeit $T_{L,max}$ entspricht dem Zeitraum, der maximal zwischen dem Schaltwunsch für den elektrischen Verbraucher und der tatsächlichen Zuschaltung unter dem Aspekt der Sicherheit bzw. unter dem Aspekt des Komforts für den Fahrer 35 hinnehmbar ist. Die maximalen Toleranzzeiten können abhängig von z.B. Fahrzuständen dynamisch während des Fahrbetriebs verändert werden. Anschließend wird in Schritt S9-9 der eine Zuschaltung wünschende, noch nicht ausgewählte Verbraucher mit höchster Priorität, d.h. niedrigster Klasse, und niedrigster Toleranzzeit T_L für eine Zuschaltung im folgenden 40 Zeitintervall Δt ausgewählt.

Danach wird in Schritt S9-10 überprüft, ob noch Energie für eine weitere Zuschaltung im folgenden Zeitintervall Δt vorhanden ist. Wenn dies der Fall ist, wird zu Schritt S9-9 zurückgekehrt und wiederum der eine Zuschaltung wünschende, noch nicht ausgewählte Verbraucher mit höchster Priorität und niedrigster Toleranzzeit T_L ausgewählt. Die Schritte S9-9 und S9-10 werden solange wiederholt, bis erkannt wird, dass keine Energie mehr übrig ist bzw. die Energie für keine Zuschaltung mehr ausreicht. Anschließend wird in einem Schritt S9-11 überprüft, ob eingeschaltete preemptive Verbraucher mit einer Mindesteinschaltzeit kleiner oder gleich 0 vorhanden sind. Wenn dies nicht der Fall ist, wird direkt zu Schritt S9-15 fortgeschritten. Wenn dies jedoch der Fall ist, dann werden einer oder mehrere dieser preemptiven Verbraucher in Schritt S9-12 abgeschaltet, bis die Energie ausreichend ist oder alle Verbraucher dieser Art deaktiviert wurden. Anschließend wird in Schritt S9-13 die Toleranzzeit T_L auf eine maximale Toleranzzeit T_{Lmax} gesetzt und der Status des preemptiven Verbrauchers von „aktiviert“ auf „auf Zuschaltung wartend“ gesetzt. Im nächsten Schritt S9-14 wird überprüft, ob noch Energie zur Verfügung steht. Wenn dies der Fall ist, wird zu Schritt S9-9 zurückgekehrt, ansonsten wird zu Schritt S9-15 fortgeschritten. Die Schritte S9-11 bis S9-14 können optional auch nur für Verbraucher bis zur Klasse II durchgeführt werden. Im Schritt S9-15 werden der bzw. die ausgewählten Verbraucher im folgenden Zeitintervall Δt zugeschaltet. Anschließend wird in Schritt S9-16 die Toleranzzeit T_L der in Schritt S9-15 zugeschalteten Verbraucher ebenso wie die der in Schritt S9-5 zugeschalteten Verbraucher der Klasse I im folgenden Zeitintervall Δt auf 0 gesetzt.

Danach wird in Schritt S9-17 entweder folgend auf Schritt S9-16 oder folgende auf Schritt S9-6, wenn dort entschieden wurde, dass keine Energie mehr übrig ist, die Toleranzzeit T_L der noch nicht zugeschalteten, aber eine Zuschaltung wünschenden Verbraucher um das Zeitintervall Δt verringert. Zudem ist es ergänzend auch optional noch in diesem Schritt auf die Priorität des Verbrauchers bis maximal zur Klasse III schrittweise zu erhöhen, damit die Wahrscheinlichkeit seiner Zuschaltung im übernächsten Zeitintervall Δt erhöht wird und

er nicht aufgrund zahlreicher Zuschaltwünsche niedrigerer Klassen mit höherer Priorität unverhältnismäßig lange auf seine Zuschaltung warten muss.

5 Darauffolgend wird in Schritt S9-18 überprüft, ob insbesondere durch die Verringerung der Toleranzzeit T_L in Schritt S9-17 die Toleranzzeit T_L zumindest eines noch nicht zugeschalteten Verbrauchers gleich oder kleiner als Null ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird zum Anfang des Ablaufs zurückgekehrt. Wenn jedoch in Schritt S9-18 festgestellt wird, dass die Toleranzzeit T_L zumindest eines noch nicht zugeschalteten, eine Zuschaltung wünschenden Verbrauchers gleich oder kleiner als Null ist, wird in Schritt S9-19 ein erster Notbetrieb I ausgeführt, im dem die gesamte Klasse des noch nicht zugeschalteten, eine Zuschaltung wünschenden Verbrauchers, dessen Toleranzzeit T_L gleich oder kleiner als 0 ist, für einen vorbestimmten Zeitraum t_1 abgeschaltet wird.

Anschließend wird zum Beginn des Ablaufs zurückgekehrt.

20 Zusätzlich ist in Schritt S3 in Fig. 1 für den Fall, dass in Schritt S2 erkannt wird, dass der Generator nicht läuft, ein Notbetrieb II vorgesehen. Der Ablauf dieser Unterroutine "Notbetrieb II" ist in Fig. 3 gezeigt. Wenn in Schritt S3 auf die Unterroutine "Notbetrieb II" umgeschaltet wird, werden in Schritt S3-1 alle Verbraucher der Klassen III bis N, d.h. alle Verbraucher, die weder zu den Klassen der nicht-schaltbaren noch bedingt-schaltbaren und somit sicherheitsrelevanten Verbraucher gehören, deaktiviert. Um eine Gefährdung des Fahrers zu vermeiden wird dieser anschließend in Schritt S3-2 aufgefordert, das Fahrzeug schnellstmöglich zum Stillstand zu bringen. Danach endet der Ablauf.

25 Da sowohl im Notbetrieb I in Schritt S9-15 als auch im Notbetrieb II in den Schritten S3, S3-1 sowie S3-2 sichergestellt wird, dass schaltbare und bedingt-schaltbare Verbraucher, d.h. Verbraucher der Klassen I und II auch weiterhin abhängig von ihrer Toleranzzeit T_L geschaltet werden, wird eine Gefährdung des Fahrers bedingt durch Ausfälle von Energiespeichern und/oder des Generators soweit möglich ausgeschlossen.

30 35 40 Durch das weiterhin durchgeführte Schalten der Verbraucher der Klasse II abhängig von ihrer Toleranzzeit T_L werden

Verbrauchsspitzen vermieden und der/die Energiespeicher, wie beispielsweise die Batterie/n werden geschont. Dies führt zu einer schnelleren Erholung des/der Energiespeicher, beispielsweise der Batterie/n. Insbesondere wird im Notbetrieb 5 II so ein längerer Betrieb mit der noch in dem/den Energiespeicher/n, beispielsweise in der/den Batterien gespeicherten Energie ermöglicht, als dies ohne Eingriff des Energiemanagements der Fall wäre.

DaimlerChrysler AG

Gmeiner

09.09.2003

Patentansprüche

5 1. Verfahren zum Energiemanagement, insbesondere zum Energiemanagement des Bordnetzes eines Fahrzeugs mit einem Generator, zumindest einem Energiespeicher sowie Verbrauchern, die in mehrere Klassen einteilbar sind, mit den Schritten,

10 Ermitteln von Zustand von Generator und Energiespeicher/n (S1), Bestimmen von in einem folgenden Zeitintervall Δt zur Verfügung stehender Energie aus den ermittelten Zustandsdaten von Generator und Energiespeicher/n (S4),

15 Empfangen von Zuschaltwünschen von Verbrauchern für das folgende Zeitintervall Δt (S5), Ermitteln von im folgenden Zeitintervall Δt aufgrund von Zuschaltwünschen erforderlicher Energie (S6), Überprüfen, ob die erforderliche Energie größer als die zur Verfügung stehende Energie ist (S7),

20 wenn die zur Verfügung stehende Energie ausreichend ist, Erfüllen aller Zuschaltwünsche der Verbraucher im folgenden Zeitintervall (S8), oder, wenn die zur Verfügung stehende Energie nicht ausreichend ist, Auswählen von im folgenden Zeitintervall Δt zuzuschaltendem/n Verbraucher/n entsprechend der zur Verfügung stehenden Energie sowie einer Priorität und einer Toleranzzeit (T_L) der entsprechenden Verbraucher (S9).

25 30 2. Verfahren zum Energiemanagement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

das Auswählen von im folgenden Zeitintervall Δt zuzu-schaltenden/r Verbraucher/n die folgenden Schritte um-fasst:

5 Verringern der Mindesteinschaltzeit von eingeschalteten preemptiven Verbrauchern um ein Zeitintervall Δt (S9-0), Überprüfen, ob nicht-schaltbare Verbraucher eine Zuschalt-ung wünschen (S9-1),

10 wenn dies der Fall ist, Überprüfen, ob die zur Verfügung stehende Energie ausreichend für alle eine Zuschaltung wünschenden nicht-schaltbaren Verbraucher ist (S9-2),

15 wenn die Energie nicht ausreichend ist, Abschalten preemptiver Verbraucher im folgenden Zeitintervall Δt (S9-3) und Setzen einer Toleranzzeit (T_L) des/der abge-schalteten preemptiven Verbraucher/s im folgenden Zeitin-tervall auf eine maximale Toleranzzeit ($T_{L,max}$) (S9-4), anschließend ebenso wie im Fall, dass die zur Verfügung stehende Energie für alle eine Zuschaltung wünschenden nicht-schaltbaren Verbraucher ausreichend ist, Zuschalten des/der eine Zuschaltung wünschenden bedingt-schaltbaren Verbraucher im folgenden Zeitintervall Δt (S9-5),

20 wenn keine nicht-schaltbaren Verbraucher eine Zuschaltung wünschen bzw. nach Zuschaltung des/der eine Zuschaltung wünschenden nicht-schaltbaren Verbraucher/s, Überprüfen, ob noch Energie zur Verfügung steht (S9-6),

25 wenn dies der Fall ist, Überprüfen, ob im folgenden Zeit-intervall schaltbare und bedingt-schaltbare Verbraucher verschiedener Klassen eine Zuschaltung im folgenden Zeit-intervall wünschen (S9-7),

30 wenn dies der Fall ist, Setzen einer Toleranzzeit (T_L) jedes eine Zuschaltung im folgenden Zeitintervall wün-schenden Verbrauchers auf eine maximale Toleranzzeit ($T_{L,max}$) (S9-8) und von einer Zuschaltung wünschendem, noch nicht ausgewähltem Verbraucher mit höchster Klasse und niedrigster Toleranzzeit (T_L), solange, bis keine Energie mehr zur Verfügung steht (S9-9, S9-10),

35 Überprüfen, ob eingeschaltete preemptive Verbraucher mit einer Mindesteinschaltzeit kleiner oder gleich null vor-

handen sind (S9-11),
wenn dies der Fall ist, Abschalten einer oder mehrerer
dieser Verbraucher bis die Energie ausreichend ist oder
alle Verbraucher dieser Art deaktiviert sind (S9-12),
5 anschließend Setzen der Toleranzzeit (T_L) auf eine maxi-
male Toleranzzeit ($T_{L, \max}$) und Setzen des Verbrauchersta-
tus von „aktiviert“ auf „auf Zuschaltung wartend“ (S9-
13),
Überprüfen, ob noch Energie vorhanden ist (S9-14),
10 wenn noch Energie vorhanden ist (S9-14), Rückkehr zu
Schritt S9-9,
wenn keine Energie mehr vorhanden ist, oder, wenn kein
eingeschalteter preemptiver Verbraucher mit einer Min-
desteinschaltzeit kleiner oder gleich Null vorhanden
15 ist,
Zuschalten des/der ausgewählten Verbraucher/s im folgen-
den Zeitintervall (S9-15) und Setzen der Toleranzzeit
(T_L) dieses/r Verbraucher im folgenden Zeitintervall Δt
auf 0 (S9-16) und,
20 wenn die Zuschaltung erfolgt ist bzw. festgestellt wurde,
dass keine Energie mehr zur Zuschaltung von schaltbaren
Verbrauchern vorhanden ist, Verringern der Toleranzzeit
(T_L) noch nicht zugeschalteter, auf eine Zuschaltung war-
tender Verbraucher um Δt (S9-17).
25

3. Verfahren zum Energiemanagement nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
wenn keine schaltbaren Verbraucher eine Zuschaltung wün-
schen bzw. die Toleranzzeit (T_L) noch nicht zugeschal-
30 ter, auf eine Zuschaltung wartender Verbraucher verrin-
gert wurde, Überprüfen, ob die Toleranzzeit (T_L) zumin-
dest eines einer Zuschaltung wünschenden, aber noch nicht
zugeschalteten Verbrauchers kleiner oder gleich 0 ist
(S9-18) und,
35 wenn dies nicht der Fall ist, Rückkehr zum Anfang, an-
sonsten, Umschalten auf einen Notbetrieb I (S9-19), in
dem die gesamte Klasse dieses Verbrauchers für einen vor-

bestimmten Zeitraum (t_1) abgeschaltet wird.

4. Verfahren zum Energiemanagement nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte S9-11 bis S9-14 nur für eine Zuschaltung wünschende Verbraucher Klasse II durchgeführt werden.
5. Verfahren zum Energiemanagement nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die maximalen Toleranzzeiten (T_{max}) dynamisch während des Fahrbetriebs verändert werden können.
6. Verfahren zum Energiemanagement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die maximalen Toleranzzeiten (T_{max}) abhängig von Fahrzuständen geändert werden.
7. Verfahren zum Energiemanagement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich aus den ermittelten Daten über den Zustand des Generators ermittelt wird, ob der Generator läuft (S2) und, wenn dies der Fall ist, der Ablauf mit dem Bestimmen der zur Verfügung stehenden Energie weitergeht, ansonsten auf einen Notbetrieb II umgeschaltet wird (S3), in dem alle schaltbaren Verbraucher deaktiviert werden (S3-1) und der Fahrer anschließend aufgefordert wird, dass Fahrzeug zum Stillstand zu bringen (S3-2).
8. Verfahren zum Energiemanagement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Einteilung der Verbraucher in Klassen dynamisch während des Fahrbetriebs erfolgen kann.

9. Verfahren zum Energiemanagement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die dynamische Einteilung der Verbraucher abhängig von äußereren Faktoren erfolgt.

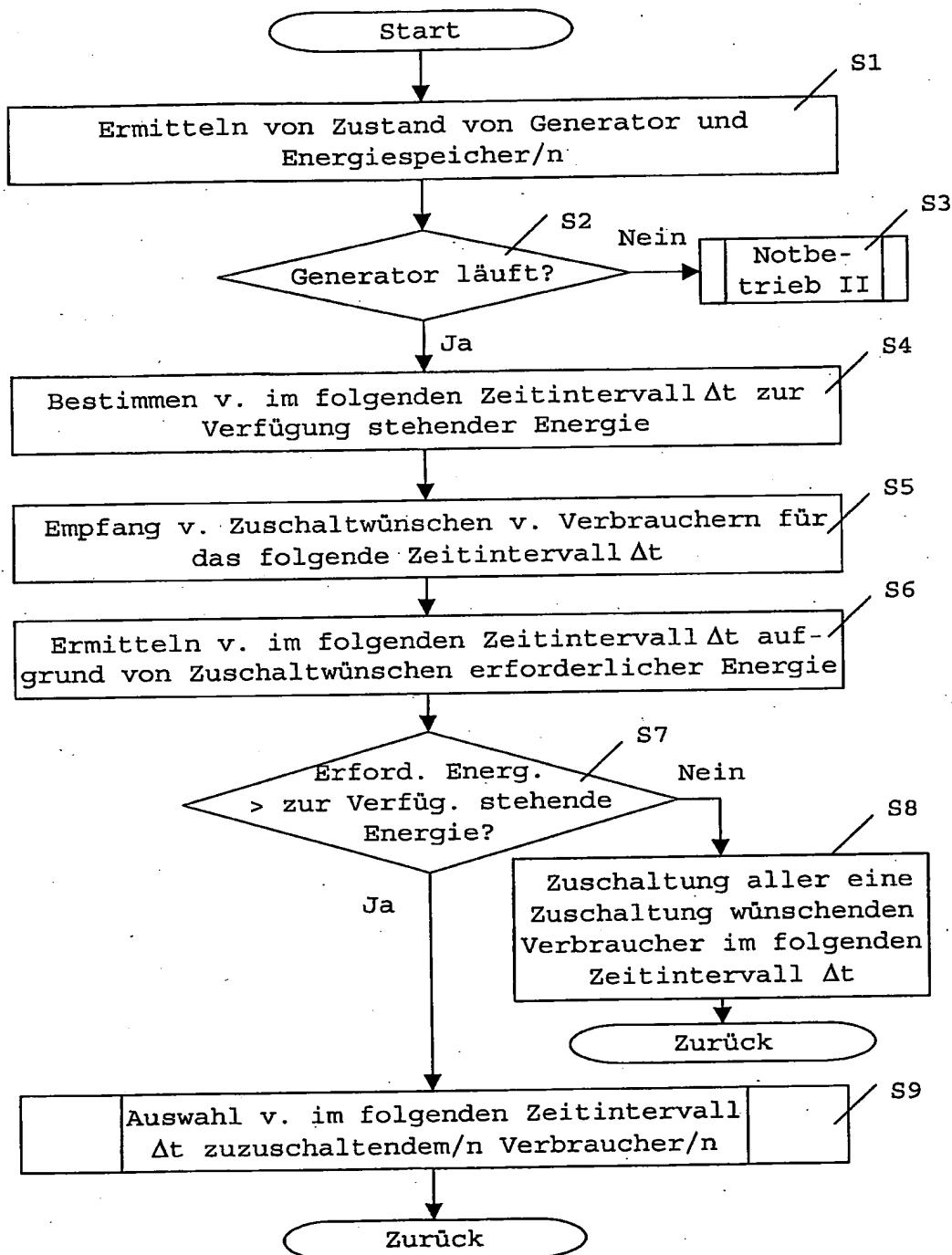


Fig. 1

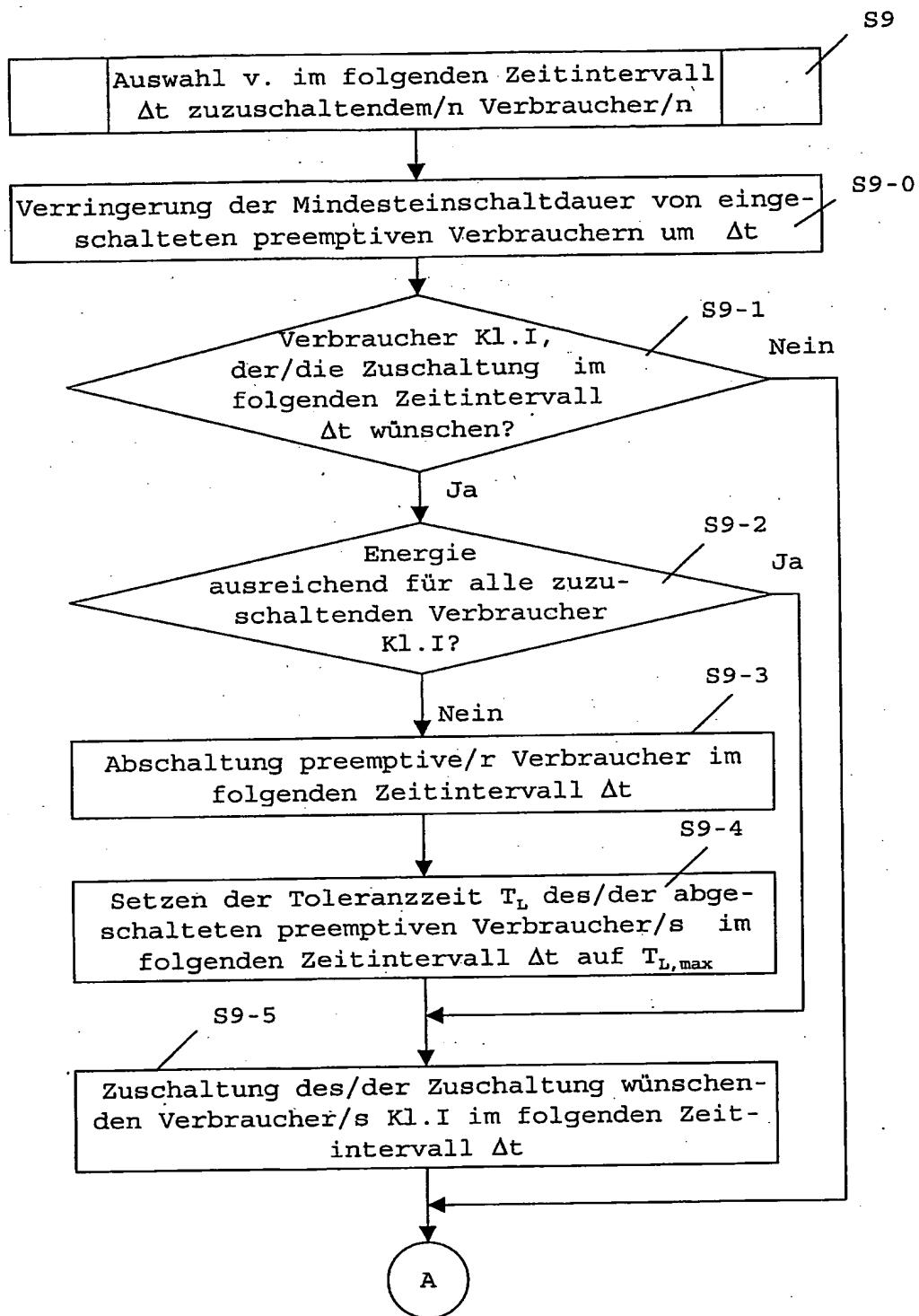


Fig. 2-1

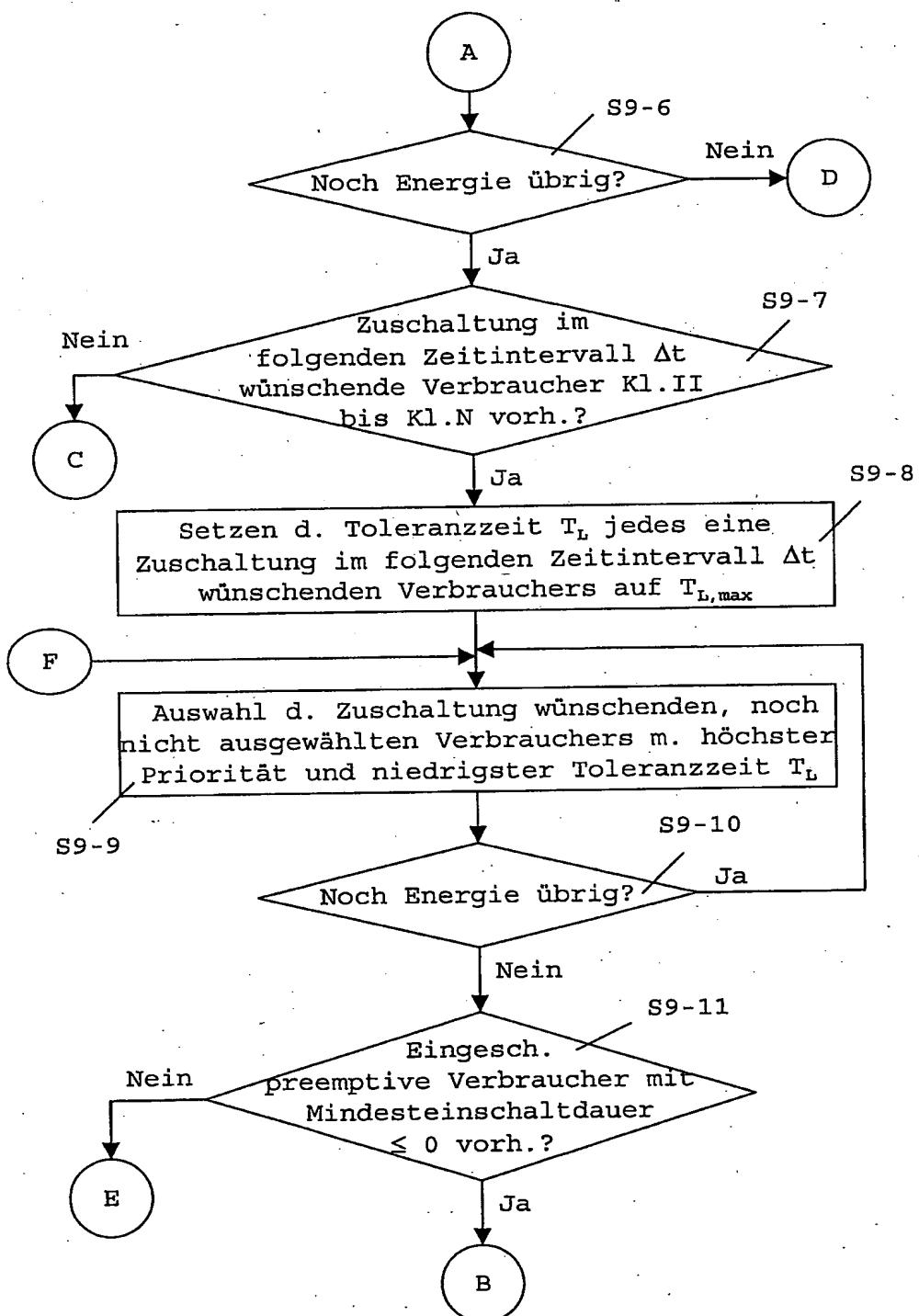


Fig. 2-2

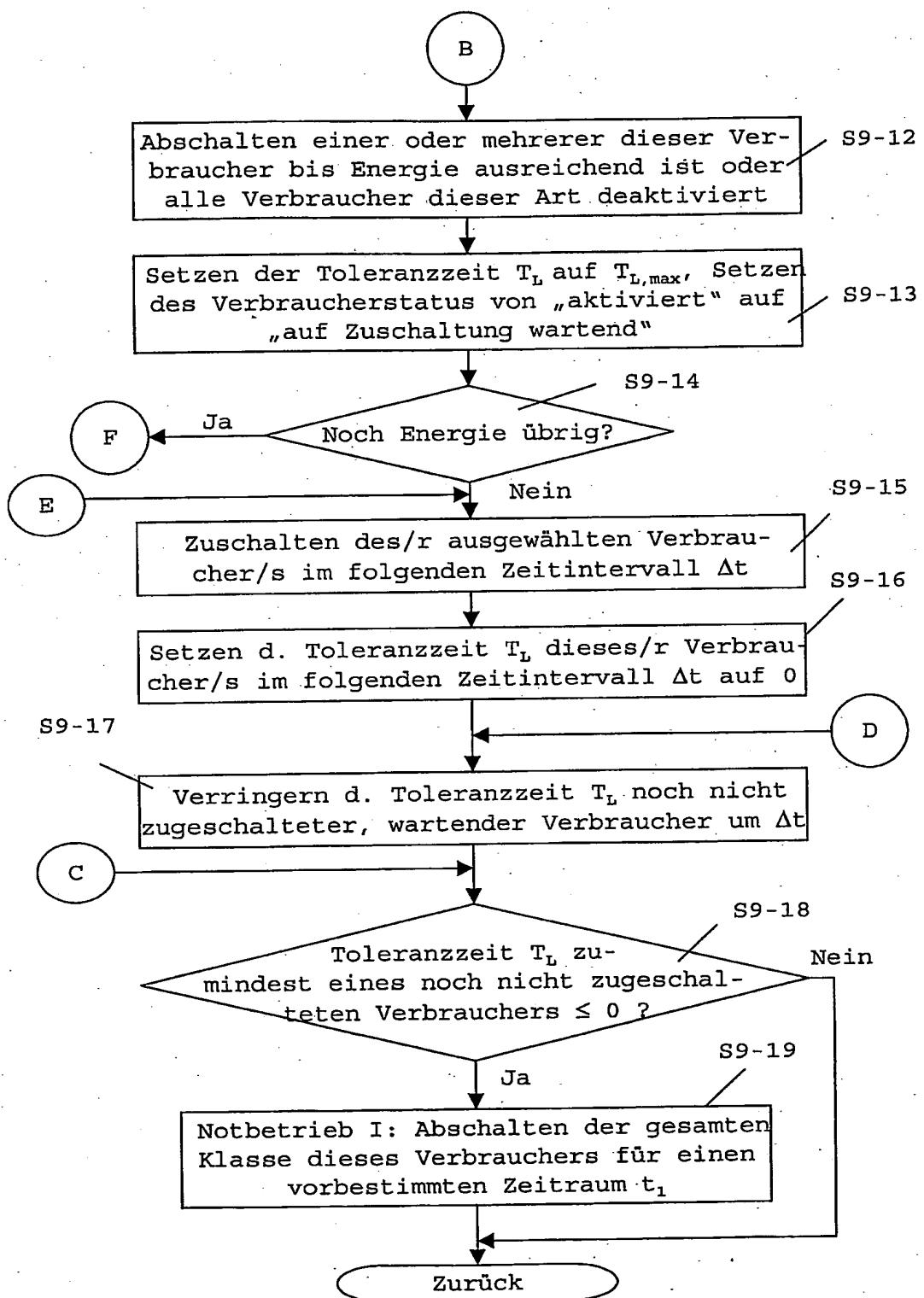


Fig. 2-3

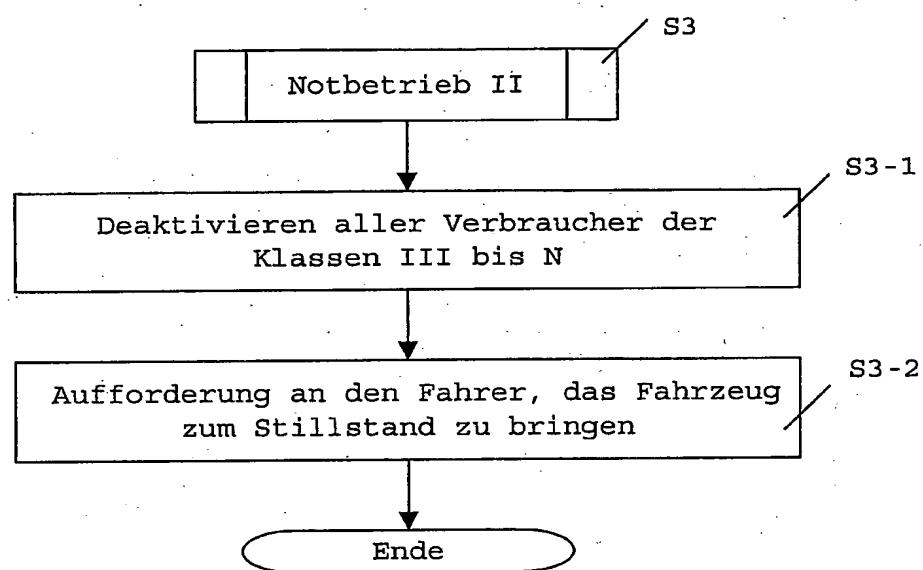


Fig. 3

DaimlerChrysler AG

Gmeiner

09.09.2003

Zusammenfassung

5 Die vorliegende Erfindung offenbart ein Verfahren zum Energiemanagement, durch das starke Schwanungen des Stromverbrauchs im Bordnetz reduziert, insbesondere Stromverbrauchsspitzen, die durch einen sehr hohen Einschaltstrom von elektrischen Stellmotoren und Magnetventilen entstehend, 10 zeitlich besser verteilt werden. Um dies zu erreichen, arbeitet des erfundungsgemäße Verfahren zum Energiemanagement prädiktiv, d.h. es ermittelt sowohl die im folgenden Zeitintervall vorhandene Energie als auch den aufgrund von Zuschaltwünschen erforderlichen Energiebedarf und wählt zuzuschaltende Verbraucher entsprechend ihrer Priorität und einer gegenwärtigen Toleranzzeit, innerhalb derer ein Verbraucher nach Äußerung seines Zuschaltwunsches spätestens eingeschaltet 15 werden muss, aus. Hierbei wird die Toleranzzeit laufend angepasst.

20

(Fig. 1)

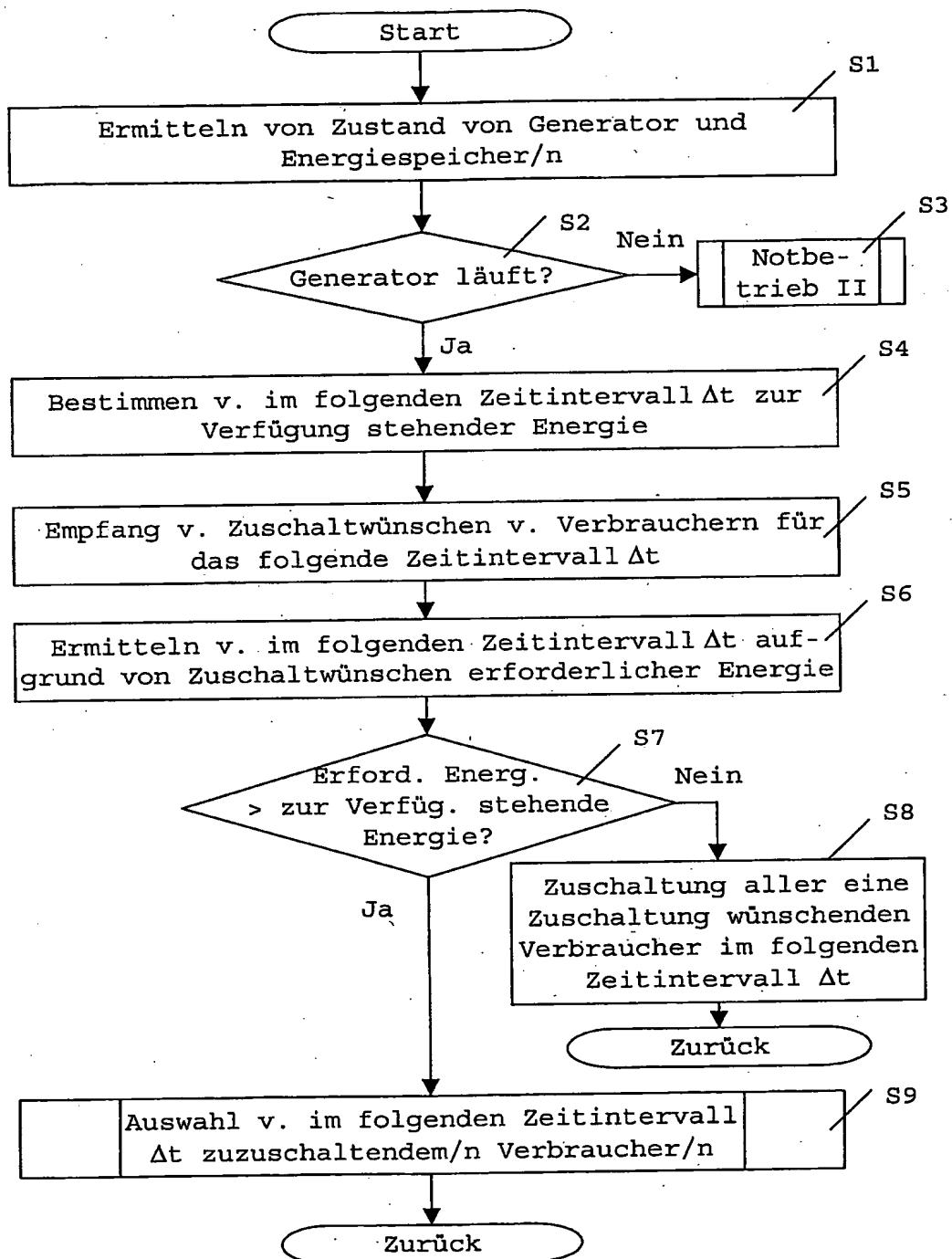


Fig. 1